

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND

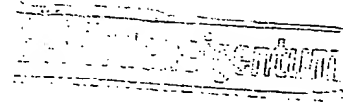


DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off n l gungsschrift
⑪ DE 3602467 A1

⑤1 Int. Cl. 4:
G 06 K 11/06
G 06 F 15/44
A 63 F 3/02

②1 Aktenzeichen: P 36 02 467:8
②2 Anmeldetag: 28. 1. 86
④3 Offenlegungstag: 30. 7. 87



DE 3602467 A1

⑦1 Anmelder:
Dr. Schwab Gesellschaft für Technologieberatung
mbH, 8000 München, DE

⑦4 Vertreter:
Eisenführ, G., Dipl.-Ing.; Speiser, D., Dipl.-Ing.;
Rabus, W., Dr.-Ing.; Ninnemann, D., Dipl.-Ing.;
Brügge, J., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 2800 Bremen

⑦2 Erfinder:
Schwab, Günther, Dipl.-Phys. Dr.; Grim, Wolfgang,
Dipl.-Phys.; Zieglmeier, Anton, 8000 München, DE

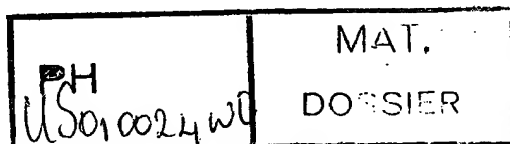
⑤6 Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:

DE-OS	33 09 817
DE-OS	32 00 036
DE-OS	30 19 432
DE-OS	30 11 266
DE-OS	29 32 167
DE-OS	22 35 388
DE-GM	71 16 359
GB	21 03 943

⑤4 Verfahren zum Feststellen der Identität und Stellung von Gegenständen

Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zum Feststellen der Identität und Stellung von Gegenständen, die sich an einer beliebigen Stelle innerhalb verschiedener Felder eines Bereiches befinden, werden die Felder in mindestens zwei Teilfelder unterteilt und an eines der Teilfelder ein elektrisches Signal gelegt, das mittels an der Unterseite der Gegenstände angeordnete Erkennungseinrichtungen zu einem zweiten Teilfeld geleitet und von einer Abtasteinrichtung erfaßt sowie in einer Auswerteinrichtung ausgewertet wird. Die Auswerteinrichtung speichert den einzelnen Gegenständen zugeordnete, von Erkennungseinrichtungen abhängende Signale, so daß durch einen Signalvergleich sowohl die Identität als auch die Stellung des betreffenden Gegenstandes in dem Bereich ermittelt wird. Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet ist die Feststellung der Identität und Stellung von Schachfiguren auf einem Schachbrett.

DE 3602467 A1



1. Verfahren zum Feststellen der Identität und Stellung von Gegenständen, die sich in verschiedenen Feldern eines in eine vorbestimmte Anzahl gleich großer Felder unterteilten Bereichs befinden, insbesondere zum Feststellen der Identität und Stellung von Schachfiguren auf einem Schachbrett, dadurch gekennzeichnet, daß an die in mindestens zwei Teilfelder (11, 12) unterteilten Felder (10) ein elektrisches Signal gelegt wird, daß die Gegenstände (2) mit einer beide Teilfelder (11, 12) überbrückenden Kennungseinrichtung (21, 22, 23) versehen sind, und daß die Felder (10) abgetastet werden und durch die Kennungseinrichtungen (21, 22, 23) der Gegenstände (2) verursachte Veränderungen des an die Teilfelder (11, 12) angelegten elektrischen Signals von einer Auswerteinrichtung (3) erfaßt werden, die den einzelnen Gegenständen (2) zugeordnete Signale speichert, mit den veränderten Signalen vergleicht und der Identität und Stellung der Gegenstände (2) entsprechende Signale abgibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Felder (10) von der Auswerteinrichtung (3) sequentiell angesteuert und abgetastet werden und daß die Auswerteinrichtung (3) einen bei einem Abtastvorgang auf einem der Felder (10) erfaßten Gegenstand (2) und seine Identität durch den Vergleich des gespeicherten Signals (Y) mit dem veränderten Signal (U_A) angibt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Felder (10) von der Auswerteinrichtung (3) im Multiplexverfahren abgetastet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Signal aus einer Gleichspannung (U_B) und die Kennungseinrichtung aus einer Widerstandsanordnung (21, 22, 23) besteht, daß die Gleichspannung (U_B) sequentiell unter Steuerung der Auswerteinrichtung (3) bzw. eines Taktgebers (6) an die einzelnen Felder (10) bzw. Teilfelder (11, 12, 13) angelegt wird und die einzelnen Felder (10) im Multiplexverfahren von der Auswerteinrichtung (3) zeitgleich mit dem jeweils angesteuerten Feld (10) abgetastet werden und der bei Belegung eines Feldes (10) mit einem Gegenstand (2) fließende Strom durch die jeweilige Widerstandsanordnung (21, 22, 23) gemessen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die gemessenen analogen Signale (U_A) in digitale Signale (D) umgewandelt und einem Prozessor (31) zugeführt werden, der die digitalen Meßsignale (D) mit gespeicherten, den einzelnen Gegenständen (2) zugeordneten digitalen Signalen (Y) vergleicht und bei Übereinstimmung ein die Stellung und Identität des betreffenden Gegenstandes entsprechendes Signal (X_1, X_2) abgibt.
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Felder (10) des Bereiches (1) in mindestens zwei Teilfelder (11, 12) unterteilt ist, daß die die Felder (10) des Bereiches (1) berührende Fläche des Gegenstandes (2) so dimensioniert ist, daß sie in jeder Stellung des Gegenstandes (2) auf einem Feld (10) beide Teilfelder (11, 12) wenigstens teilweise überdeckt, daß jeder Gegenstand eine vorbestimmte Wider-

- standsanordnung (21, 22, 23) aufweist, die mit mindestens zwei Taktpunkten (24, 25, 26) verbunden ist, die auf der das betreffende Feld (10) berührenden Fläche so angeordnet sind, daß sie jeweils ein Teilfeld (11, 12) kontaktieren, daß das eine Teilfeld (11) mit einem ein vorbestimmtes elektrisches Signal abgebenden Signalgeber (4) und das andere Teilfeld (12) mit einem Signalempfänger (5) verbunden ist, der bei Belegung eines Feldes (10) mit einem Gegenstand (2) infolge der vorbestimmten Widerstandsanordnung (21, 22, 23) des betreffenden Gegenstandes (2) ein verändertes Signal (U_A) erfaßt und an eine Auswerteinrichtung (3) abgibt, die die Belegung des betreffenden Feldes (10) des Bereichs (1) anzeigt sowie durch einen Vergleich des veränderten Signals (U_A) mit gespeicherten Werten (Y) veränderter Signale für die einzelnen Gegenstände (2) ein die Identität und Stellung des betreffenden Gegenstandes (2) anzeigendes Signal (X_1, X_2) angibt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteinrichtung (3) mit dem Signalgeber (4) verbunden ist und kodierte Signale (A 0, A 1, A 2) zur sequentiellen Ansteuerung der Teilfelder (11) an den Signalgeber (4) abgibt und daß der Signalempfänger (5) aus einem Multiplexer besteht, der die an den einzelnen Teilfeldern (12) anliegenden Signale nacheinander abfragt und an die Auswerteinrichtung (3) abgibt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalgeber (4) ein Gleichspannungssignal sequentiell an die einen Teilfelder (11) abgibt.
9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandsanordnung (21, 22, 23) aus drei in einem gleichseitigen Dreieck angeordneten Ohm'schen Widerständen besteht, deren Eckpunkte die Kontaktpunkte (24, 25, 26) bilden.
10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 und 9 zum Feststellen der Identität und Stellung von Schachfiguren auf einem Schachbrett, dadurch gekennzeichnet, daß die 64 quadratischen Felder (10) mit der Seitenlänge (D) aus jeweils zwei gleich großen Teilfeldern (11, 12) mit einer dazwischen angeordneten Isolierschicht (13) bestehen und daß die an der Unterseite der Schachfiguren angeordneten

Kontaktpunkte (24, 25, 26) die Gleichung $H > \frac{D}{2}$

erfüllen, worin H die Höhe des gleichseitigen Dreiecks ist.

11. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 und 9 zum Feststellen der Identität und Stellung von Schachfiguren auf einem Schachbrett, dadurch gekennzeichnet, daß die 64 quadratischen Felder (10) mit der Seitenlänge (D) aus jeweils drei gleichgroßen Teilfeldern (14, 15, 16) mit dazwischen angeordneten Isolierschichten (17, 18) bestehen und daß die an der Unterseite der Schachfiguren angeordneten Kontaktpunkte (24, 25) die Gleichung

$$H \geq \frac{D}{3}$$

erfüllen, worin H die Höhe des gleichseitigen Dreiecks ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Kontaktpunkte (24, 25, 26) geringfügig kleiner als die Dicke der Isolierschichten (13; 17, 18) ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, daß der Signalgeber aus einem 8-Bit-Latch (4) besteht, dessen drei Adreßeingänge mit drei ersten Adreßausgängen (A 0 bis A 2) der Auswerteinrichtung (3) und dessen acht Ausgänge mit den acht Spalten (a bis h) des Schachbrettes (1) verbunden sind und daß der Signalempfänger aus einem 8-Bit-Multiplexer (5) besteht, dessen acht Eingänge mit den acht Reihen ((1 bis 8)) des Schachbrettes (1) und dessen drei Adreßeingänge mit drei zweiten Adreßausgängen (A 3 bis A 5) der Auswerteinrichtung (3) verbunden sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang des Multiplexers (5) über einen Analog/Digital-Wandler (8), der den von einem mit einer Schachfigur besetzten Feld erfaßten Gleichstromwert in ein Digitalsignal umwandelt, mit einem Prozessor (31) verbunden ist, der das vom Analog/Digital-Wandler (8) abgegebene Digitalsignal mit den für die jeweilige Schachfigur gespeicherten Werte vergleicht und bei Übereinstimmung ein die Identität und Stellung der betreffenden Schachfigur bezeichnendes Signal (X_1 , X_2) abgibt.

15. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang des Multiplexers (5) über einen Spannungs/Frequenz-Wandler, der den von einem mit einer Schachfigur besetzten Feld erfaßten Gleichstromwert in ein Signal bestimmter Frequenz umwandelt, mit einem Prozessor (31) verbunden ist, der das vom Spannungs/Frequenz-Wandler abgegebene Frequenzsignal mit den für die jeweiligen Schachfigur gespeicherten Frequenzwerten vergleicht und bei Übereinstimmung ein die Identität und Stellung der betreffenden Schachfigur bezeichnendes Signal (X_1 , X_2) abgibt.

16. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, daß die Teilfelder (11, 12; 14, 15, 16) sowie dazwischen angeordnete Isolierschichten (13; 17, 18) durch eine auf eine elektrisch isolierende Platte befestigte leitfähige Folie gebildet sind, wobei die leitfähige Folie der Konfiguration der Teilfelder (11, 12; 14, 15, 16) entspricht.

17. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche für ein Schachspiel mit einer Schachbrettmatrix mit in jeweils acht Reihen und Spalten aneinandergereihten, quadratischen Feldern, dadurch gekennzeichnet, daß die mit dem Signalgeber (4) verbundenen Teilfelder (11) untereinander durchgehend verbunden sind und daß die mit Signalempfänger verbundenen Teilfelder jeweils einer Reihe untereinander und mit dem als Multiplexer ausgebildeten Signalempfänger verbunden sind.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Feststellen der Identität und Stellung von Gegenständen, die sich in verschiedenen Feldern eines in eine vorbestimmte Anzahl gleich großer Felder unterteilten Bereichs befinden, insbesondere zum Feststellen der Identität

und Stellung von Schachfiguren auf einem Schachbrett, sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

In Verbindung mit Schach-Computern ist es bekannt, die Stellung der Schachfiguren auf den einzelnen Feldern eines Schachbrettes mit Hilfe von an der Unterseite der Schachfiguren angebrachten Permanentmagneten und an der Unterseite des Schachbrettes angeordneten, auf die Magnetfelder der Permanentmagneten ansprechenden Reed-Relais bzw. ähnliche, auf Magnetfelder reagierende Kontaktschalter, anzuordnen. Befindet sich eine Schachfigur auf einem der Felder des Schachbrettes, so bewirkt das von dem Permanentmagneten der Schachfigur ausgehende Magnetfeld, daß der betreffende Kontaktschalter und damit ein Stromkreis geschlossen wird, so daß in Verbindung mit einer entsprechenden Überwachungseinrichtung bestimmt werden kann, auf welchen Feldern des Schachbrettes Schachfiguren stehen. In Verbindung mit einem Mikroprozessor und Speicher läßt sich somit die Bewegung der einzelnen Schachfiguren nachvollziehen und es können Gegenzüge mittels des Prozessors errechnet und beispielsweise mittels in den einzelnen Feldern des Schachbrettes angeordneter Leuchtdioden oder mittels Flüssigkristallanzeigen unter Angabe der Reihe und Spalte des betreffenden Feldes des Schachbrettes Gegenzüge angezeigt werden.

Die bekannten Vorrichtungen sind jedoch nicht in der Lage, neben der Angabe der Stellung einzelner Schachfiguren, d.h. der Angabe, ob ein Spielfeld besetzt ist oder nicht, auch die Identität der das betreffende Schachfeld besetzenden Schachfigur anzugeben. So ist es beispielsweise bei der Lösung von Schachproblemen mittels Schach-Computer erforderlich, daß der Spieler die Figuren auf die entsprechenden Felder setzt und gleichzeitig über eine Tastatur eingibt, welche Figur das betreffende Feld besetzt. Nur in der Ausgangsstellung der Schachfiguren ist eine zusätzliche Eingabe nicht erforderlich, da diese Stellungseingabe in dem Programm gespeichert ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit denen ein Feststellen sowohl der Stellung als auch der Identität eines Gegenstandes auf einem bestimmten Bereich mit einer vorbestimmten Anzahl gleich großer Felder möglich ist, wobei eine freie Positionierbarkeit der Gegenstände innerhalb der Felder des Bereichs möglich sein soll. Darüber hinaus liegt dem Gegenstand der vorliegenden Erfindung die Aufgabenstellung zugrunde, ein derartiges Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben, die sich durch einen geringen Bauteile- und schaltungstechnischen Aufwand auszeichnen und gleichzeitig ein Höchstmaß an Sicherheit bei der Feststellung der Identität und Stellung des Gegenstandes gewährleisten.

Eine weiterführende Aufgabenstellung besteht darin, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Feststellung der Identität und Stellung von Schachfiguren auf einem Schachbrett anzugeben, das sich durch einen geringen Aufwand und höchstmögliche Sicherheit bei der Erkennung der Schachfiguren auf dem Schachbrett auszeichnet.

Diese Aufgabenstellung wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, daß an die in mindestens zwei Teilfelder unterteilten Felder ein elektrisches Signal gelegt wird, daß die Gegenstände mit einer beide Teilfelder überbrückenden Kennungseinrichtung versehen sind, und daß die Felder abgetastet werden und durch die Kennungseinrichtung

gen der Gegenstände verursachte Veränderungen des an die Teilfelder angelegten elektrischen Signals von einer Auswerteinrichtung erfaßt werden, die den einzelnen Gegenständen zugeordnete Signale speichert, mit den veränderten Signalen vergleicht und der Identität und Stellung der Gegenstände entsprechende Signale abgibt.

Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht ein sicheres Erkennen sowohl der Identität als auch der Stellung eines Gegenstandes einer Vielzahl von Feldern eines Bereiches und schafft die Grundlage für einen geringen schaltungstechnischen Aufwand sowie Aufwand an Bauteilen, wobei eine freie Positionierbarkeit der Gegenstände auf den Feldern gewährleistet ist.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Felder des Bereiches in mindestens zwei Teilfelder unterteilt ist, daß die die Felder des Bereichs berührende Fläche des Gegenstandes so dimensioniert ist, daß sie in jeder Stellung des Gegenstandes auf einem Feld beide Teilfelder wenigstens teilweise überdeckt, daß jeder Gegenstand eine vorbestimmte Widerstandsanordnung aufweist, die mit mindestens zwei Taktpunkten verbunden ist, die auf der das betreffende Feld berührenden Fläche so angeordnet sind, daß sie jeweils ein Teilfeld kontaktieren, daß das eine Teilfeld mit einem ein vorbestimmtes elektrisches Signal abgebenden Signalgeber und das andere Teilfeld mit einem Signalempfänger verbunden ist, der bei Belegung eines Feldes mit einem Gegenstand infolge der vorbestimmten Widerstandsanordnung des betreffenden Gegenstandes ein verändertes Signal erfaßt und an eine Auswerteinrichtung abgibt, die die Belegung des betreffenden Feldes des Bereichs anzeigt sowie durch einen Vergleich des veränderten Signals mit gespeicherten Werten veränderter Signale für die einzelnen Gegenstände ein die Identität und Stellung des betreffenden Gegenstandes anzeigendes Signal abgibt.

Diese Vorrichtung ist mit geringem Bauelement- und Schaltungsaufwand herstellbar und zeichnet sich aufgrund der einfachen Widerstandsmessung durch ein Höchstmaß an Sicherheit bei der Erfassung der Identität der Gegenstände aus.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispieles soll der der Erfindung zugrundeliegende Gedanke näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild zur Feststellung der Identität und Stellung von Schachfiguren auf einem Schachbrett;

Fig. 2 und 3 eine schematische Darstellung verschiedener Stellungen der an einem Gegenstand angebrachten Widerstandsanordnung auf einem zweigeteilten Feld;

Fig. 4 eine schematische Darstellung der Widerstandsanordnung eines Gegenstandes auf einem dreigeteilten Feld;

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines in vier Teilfelder unterteilten Feldes für wechselnde Ansteuerung;

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines in Teilfelder unterteilten Schachbrettes mit einem Signalgeber und Signalempfänger;

Fig. 7 eine Schaltung zur Erfassung veränderter Signale infolge von auf den Feldern des Schachbrettes gemäß Fig. 6 angeordneten Schachfiguren und

Fig. 8 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zum Erkennen der Identität und Stellung von Schachfiguren auf einem Schachbrett mit reihen- und spaltenweiser Abtastung der einzelnen Felder des Schachbrettes.

Das in Fig. 1 dargestellte Blockschaltbild zeigt ein

Schachbrett 1 mit 64 einzelnen Feldern 10, die in jeweils acht Reihen und acht Spalten in bekannter Weise angeordnet sind. Die einzelnen Spalten des Schachbrettes 1 sind mit den Ausgängen eines Signalgebers 4 über Leitungen 41 verbunden, während die acht Reihen des Schachbrettes 1 mit einem Signalempfänger 5 über Leitungen 51 verbunden sind. Der Signalempfänger 5 ist mit dem Eingang einer Auswerteinrichtung 3 verbunden, deren Ausgang wiederum mit einer Anzeigeeinrichtung 9, beispielsweise einer Leuchtdiodenanzeige oder einer Flüssigkristallanzeige oder einer beliebigen Bildschirmanzeige, verbunden ist. Ein Taktgeber 6 synchronisiert über Taktleitungen 7 die Arbeitsweise sowohl des Signalgebers 4 als auch des Signalempfängers 5 und der Auswerteinrichtung 3.

Wie der schematischen Darstellung gemäß Fig. 1 zu entnehmen ist, sind die einzelnen Felder 10 des Schachbrettes 1 in zwei im wesentlichen gleich große Hälften unterteilt und durch eine normale Isolierschicht elektrisch voneinander getrennt. Mittels des Signalgebers 4 wird über die Ausgangsleitungen 41 ein Signal an die jeweils eine Hälfte der einzelnen Felder 10 angelegt, während die anderen Hälften der Felder 10 über jeweils eine Leitung 51 mit dem Signalempfänger 5 verbunden sind.

Durch Herstellen einer leitenden Verbindung von der einen Hälfte eines jeden Feldes 10 zur anderen Hälfte mittels einer an der Unterseite der Schachfiguren angeordneten Kennungseinrichtung werden die von dem Signalgeber 4 an die jeweils eine Hälfte der Felder 10 abgegebenen Signale auf die andere Hälfte der einzelnen Felder 10 gegeben, so daß der Signalempfänger 5 über die Leitungen 51 sowohl die Belegung eines bestimmten Feldes der 64 Felder des Schachbrettes 1 als auch infolge der Kennungseinrichtung die jeweilige Identität der betreffenden Schachfigur, d.h. ob es sich um einen weißen oder schwarzen König, eine weiße oder schwarze Dame, weißen oder schwarzen Turm, Läufer, Springer oder Bauern handelt, erfassen, und das entsprechende Signal U_n an die Auswerteinrichtung 3 weiterleiten.

Bei den von dem Signalgeber 4 abgegebenen elektrischen Signalen kann es sich sowohl um Gleichspannungs- als auch um Wechselspannungssignale beliebiger Frequenz handeln. Mittels einer komplexen Widerstandsanordnung an der Unterseite der Schachfiguren wird in Abhängigkeit von der Größe des komplexen Widerstandes ein Gleich- oder Wechselstrom unterschiedlicher Größe von der einen, mit einem Ausgang des Signalgebers 4 verbundenen Hälfte jedes Feldes zur anderen Hälfte des betreffenden Feldes bei Belegung mit einer Schachfigur geleitet, so daß aus der Erfassung des jeweiligen Stromflusses über den Signalempfänger 5 die Auswerteinrichtung 3 bestimmen kann, welcher Art die betreffende Schachfigur ist.

Die Auswerteinrichtung 3 vergleicht die vom Signalempfänger 5 für jedes der belegten Felder abgegebenen Ströme mit entsprechenden Stromwerten, die für die einzelnen möglichen Schachfiguren gespeichert sind. Da es bei der Schachfigurenerkennung grundsätzlich 12 verschiedene Figuren gibt, müssen in der Auswerteinrichtung 3 die Werte für diese 12 verschiedenen Möglichkeiten vorgesehen sein, so daß durch einen Vergleich der gespeicherten Werte mit den vom Signalempfänger 5 abgegebenen Signalen die jeweilige Identität der Schachfigur festgestellt werden kann. Da darüber hinaus die Abfrage der einzelnen Felder mittels des Taktgebers 6 synchronisiert wird, kann gleichzeitig fest-

gestellt werden, ob das gerade abgefragte Feld belegt ist oder nicht, da bei nicht belegtem Feld keinerlei Verbindung zwischen den beiden Hälften der einzelnen Felder 10 hergestellt ist, so daß vom Signalempfänger 5 auch kein Strom erfaßt wird.

Die Art der Abtastung der einzelnen Felder 10 des Schachbrettes 1 kann auf verschiedenartige Weise erfolgen. Die einfachste Möglichkeit besteht darin, die eine Hälfte jedes Feldes mit dem Signalgeber 4 und die andere Hälfte mit dem Signalempfänger 5 zu verbinden. Dies hätte jeweils 64 Leitungen 41 sowie 64 Leitungen 51 zur Folge, was mit einem erheblichen schaltungstechnischen Aufwand verbunden ist.

Eine einfachere Möglichkeit besteht darin, die eine Hälfte sämtlicher Felder jeweils einer Spalte mit einem von somit acht Ausgängen des Signalgebers 4 zu verbinden, so daß der Signalgeber 4 über acht Ausgangsleitungen ein Signal an die jeweils eine Hälfte der acht Felder einer Spalte des Schachbrettfeldes 1 legt. Durch zyklisches Umschalten kann dann der Signalempfänger 5 die jeweils andere Hälfte der einzelnen Felder 10 abfragen und bei Belegung eines Feldes ein von der Erkennungseinrichtung der auf dem Feld befindlichen Schachfigur abhängendes Signal an die Auswerteinrichtung 3 weiterleiten.

Ein Minimum an Leitungsverbindungen der einzelnen Felder 10 des Schachbrettes 1 mit dem Signalgeber 4 einerseits und dem Signalempfänger 5 andererseits wird dadurch erzielt, daß analog zur vorstehend beschriebenen Anordnung die einen Hälften jedes Feldes 10 einer Spalte untereinander und mit einem Ausgang des Signalgebers 4 verbunden sind, während die jeweils anderen Hälften jedes Feldes 10 einer Reihe untereinander und mit dem Signalempfänger 5 verbunden sind, so daß acht Reihen-Ausgangsleitungen 51 *m* zum Signalempfänger 5 führen. Diese Anordnung setzt voraus, daß der Signalgeber 4 nur an jeweils eine Spalte des Schachbrettes 1 ein Signal abgibt und dieses Signal zyklisch auf die anderen Spalten weiterleitet und daß der Signalempfänger 5 ebenfalls zyklisch die einzelnen Reihen der Schachbrettmatrix abfragt. Da mittels des Taktgebers 6 der Signalgeber 4, der Signalempfänger 5 und die Auswerteinrichtung 3 miteinander synchronisiert sind, kann durch zyklisches Umschalten des Signalgebers 4 und des Signalempfängers 5 jedes einzelne Feld 10 des Schachbrettes abgefragt werden. Die bei Belegung eines Feldes des Schachbrettes 1 mit einer Schachfigur erhaltenen Stromwerte werden in der Auswerteinrichtung mittels gespeicherter Werte verglichen und ein entsprechendes Signal X_1, X_2 , das sowohl die Stellung der betreffenden Schachfigur innerhalb der Schachbrettmatrix als auch die Art der betreffenden Schachfigur angibt. Anhand der Fig. 2 bis 4 soll die Feststellung der Identität eines Gegenstandes auf einem vorgegebenen Feld eines Beereiches näher erläutert werden.

Wie der Darstellung gemäß Fig. 2 zu entnehmen ist, ist jedes Feld 10 in zwei etwa gleich große Teilfelder 11, 12 unterteilt, die durch eine Isolierschicht 13 voneinander getrennt sind. Die beiden Teilfelder 11, 12 sind elektrisch leitend und entsprechend der vorstehenden Beschreibung mit dem Signalgeber bzw. dem Signalempfänger verbunden. Ein zu identifizierender Gegenstand weist an seiner Unterseite, d.h. an der das Feld berührenden Fläche, drei Kontaktpunkte 24, 25, 26 auf, die mit jeweils zwei Widerständen 21, 22 bzw. 22, 23 bzw. 21, 23 verbunden sind, so daß sich eine Dreiecks-Widerstandsanordnung ergibt. Die Kontaktpunkte 24, 25, 26 können beispielsweise aus ein *m* elektrisch leitfähigen Gummi

oder Kunststoff bestehen, so daß eine elektrische Verbindung der Kontaktpunkte 24, 25, 26 mit den Teilfeldern 11, 12 hergestellt wird.

Die Kontaktpunkte 24, 25, 26 sind vorzugsweise Spitzen eines gleichseitigen Dreiecks, dessen Höhe *H* so bemessen ist, daß sie geringfügig größer als die halbe Seitenlänge *D* des quadratischen Feldes 10 ist. Dadurch wird sichergestellt, daß der Gegenstand, beispielsweise eine Schachfigur auf einem Schachfeld frei positionierbar ist, d.h. nicht in der Mitte des Feldes angeordnet werden muß, um eine elektrische Verbindung zwischen beiden Teilfeldern 11, 12 über die Widerstandsanordnung 21, 22, 23 herzustellen. Infolge der Dreiecksanordnung ist darüber hinaus sichergestellt, daß in jeder Stellung des Gegenstandes auf dem Feld 10 mindestens zwei Punkte in verschiedenen Teilfeldern 11, 12 angeordnet sind, wie dies Fig. 3 bei einer Stellung veranschaulicht, in der der Gegenstand so auf dem Feld 10 angeordnet ist, daß einer der Kontaktpunkte, hier der Kontaktpunkt 24 direkt auf der Isolierschicht 13 angeordnet ist.

Fig. 3 veranschaulicht auch eine weitere Bedingung zu sicheren Erfassung der Identität des betreffenden Gegenstandes auf dem Feld 10, die darin besteht, daß die Durchmesser der Kontaktpunkte kleiner sein müssen als die Dicke der Isolierschicht 13, da anderenfalls im Falle einer Stellung des Gegenstandes auf dem Feld 10 gemäß Fig. 3 ein Kurzschluß zwischen beiden Teilfeldern 11, 12 hervorgerufen würde, was eine Messung des Widerstandes der Widerstandsanordnung unmöglich machen würde. Eine Alternative zu dieser Bedingung ist in der Anordnung gemäß Fig. 5 dargestellt.

Aus den Darstellungen gemäß den Fig. 2 und 3 wird deutlich, daß bei einer Dreieckschaltung der Widerstandsanordnung 21, 22, 23 je nach Stellung des Gegenstandes auf dem Feld 10 die Parallelschaltung zweier gleich großer, komplexer Widerstände 22, 23 (Fig. 2) oder die Parallelschaltung eines komplexen Widerstandes 22 mit der Reihenschaltung zweier gleich großer komplexer Widerstände 21, 23 (Fig. 3) gemessen. Beträgt der komplexe Widerstand *Z* und wird vorausgesetzt, daß sämtliche komplexen Widerstände 21, 22, 23 den gleichen komplexen Widerstandswert *Z* aufweisen, so geht bei Belegung eines Feldes 10 mit einem Gegenstand entweder der komplexe Gesamtwiderstand, $Z/2$ oder $2/3 \cdot Z$ in die Messung ein. Je nach Anzahl unterschiedlicher Gegenstände, die auf den Feldern 10 positioniert werden können, ergeben sich somit der doppelten Anzahl verschiedener Gegenstände entsprechende Widerstandswerte. Bei der Festlegung der komplexen Widerstandswerte für die einzelnen Gegenstände ist zu beachten, daß die Unterschiede groß genug sind, um auch bei ungenügender Kontaktgabe durch die Kontaktpunkte 24, 25, 26 und unter Berücksichtigung von Signalschwankungen ein ausreichender Sicherheitsabstand zu dem jeweils benachbarten Widerstandswert eingehalten wird. Andererseits ist ein zu großer Meßwertumfang bzw. eine zu große Dynamik beim Messen problematisch hinsichtlich der Verwendung von z.B. Multiplexern als Meßwertempfänger. Aufgrund der von der Stellung des Gegenstandes auf dem Feld 10 abhängigen Erfassung eines Widerstandswertes von $Z/2$ bzw. $2/3 \cdot Z$ werden die Widerstandswerte den einzelnen Gegenständen so zugeordnet, daß sich zur Erzielung eines kleinen Meßwertumfanges die möglichen Widerstandsmeßwerte nach folgendem Schema verteilen:

$Z_{0/2}, Z_{1/2}, 2/3 Z_0, 2/3 Z_1, Z_{2/2}, \dots, Z_{n-1/2}, Z_{n/2}, 2/3 Z_{n-1}, 2/3 Z_n$.
Als komplexer Widerstand kommt jede beliebige Kombination eines Ohm'schen Widerstandes, einer Kapazi-

tät oder einer Induktivität in Verbindung mit einem vom Signalgeber abgegebenen Wechselspannungssignal in Frage. Vorzugsweise wird jedoch vom Signalgeber eine Gleichspannung abgegeben und es werden Ohm'sche Widerstände als Kennungseinrichtungen für die einzelnen Gegenstände verwendet. Dies soll nachstehend anhand der Feststellung der Identität und Stellung von Schachfiguren auf einem Schachbrett näher erläutert werden.

Den sechs unterschiedlichen Schachfiguren (König, Dame, Turm, Springer, Läufer, Bauer) jeder Spielfarbe (weiß, schwarz) wird ein bestimmter Ohm'scher Widerstandswert R_0, R_1, \dots, R_{12} zugeordnet, so daß als Gesamtwiderstand für jede einzelne Figur der Wert $R_{0,2}; R_{1,2}; 2/3R_0; 2/3R_1; R_{2,2} \dots R_{11,2}; R_{12,2}; 2/3R_{11}$ ergibt.

Die Widerstände für die einzelnen Schachfiguren werden nun so festgelegt, daß sich gleiche Abstände zwischen den Gesamtwiderstandswerten ergeben, so daß sich ein maximaler Sicherheitsabstand bei minimaler Differenz zwischen dem größten und kleinsten Widerstandswert ergibt, so daß der Meßwertumfang minimiert wird.

In den Fig. 4 und 5 sind weitere Ausführungsbeispiele zur Konfiguration der Felder 10 in Verbindung mit einer dreieckförmigen Widerstandsanordnung dargestellt.

Fig. 4 zeigt ein in drei gleich große Teilfelder 14, 15, 16 unterteiltes Feld, wobei die Teilfelder 14, 15, 16 durch Isolierschichten 17, 18 voneinander getrennt sind. Da in

diesem Falle die Bedingung zu erfüllen ist $H > \frac{D}{3}$

kann die Berührungsfläche des auf dem Feld 10 zu positionierenden Gegenstandes kleiner als im vorstehenden Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 2 und 3 gemacht werden, ohne daß die Gefahr besteht, daß keine Messung erfolgen kann, da alle drei Kontaktpunkte 24, 25, 26 im selben Feld aufgrund der Stellung des Gegenstandes angeordnet sind. In dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 kann beispielsweise ein Signal vom Signalgeber an das Teilfeld 15 gelegt werden, während die Teilfelder 14, 16 untereinander und mit Signalempfänger verbunden sind. Alternativ hierzu kann an die Teilfelder 14, 16 abwechselnd ein Signal vom Signalgeber gelegt werden, während das Teilfeld 15 mit dem Signalempfänger verbunden ist. Dadurch lassen sich Fehlmessungen aufgrund eventueller Kurzschlüsse analog zur Anordnung gemäß Fig. 5 vermeiden.

In Fig. 5 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem das Feld 10 aus vier gleich großen Teilfeldern 10a, 10b, 10c, 10d besteht, die durch entsprechende Isolierschichten voneinander getrennt sind. Die einzelnen Teilfelder 10a bis 10d sind mit Anschlüssen S1 bis S4 verbunden, die sowohl mit dem Signalgeber als auch dem Signalempfänger verbunden sind und wechselweise an den Signalgeber bzw. Signalempfänger angeschlossen werden. Durch Umschalten ist entweder der sich aus den Teilfeldern 10a, 10b zusammensetzende Teilfeldbereich oder der sich aus den Teilfeldern 10a, 10c zusammensetzende Teilfeldbereich mit dem Signalgeber und der jeweils verbleibende Teilfeldbereich mit dem Signalempfänger verbunden, so daß für den Fall, daß die Kontaktpunkte größer als die Isolierschicht sind und somit die Gefahr eines Kurzschlusses besteht, auch bei entsprechend ungünstigen Stellungen des Gegenstandes auf dem Feld 10 eine Messung erfolgen kann, da bei einer der beiden Messungen in jedem Fall der Kurz-

schluß aufgehoben ist.

Das in Fig. 6 dargestellte Prinzipschaltbild zur Feststellung der Identität und Stellung von Schachfiguren auf einem Schachbrett 1 verdeutlicht die Aufteilung der einzelnen Felder in Teilfelder, die entweder mit dem Signalgeber 4 oder dem Eingang eines Operationsverstärkers 70 verbunden sind. Das matrixförmige Schachfeld ist in bekannter Weise in acht Reihen und acht Spalten unterteilt, die einer internationalen Vereinbarung entsprechend mit Ziffern (1) bis (8) für die Reihen und Buchstaben (a) bis (h) für die Spalten bezeichnet sind. Bei der Anordnung gemäß Fig. 6 sind die Teilfelder der Spalten a bis h untereinander und mit jeweils einem von acht Ausgängen des Signalgebers 4 verbunden.

Die verbleibenden Teilfelder jeder Reihe (1) bis (8) des matrixförmigen Schachfeldes sind über je eine Leitung mit einem Eingang jeweils eines für jede Reihe (1) bis (8) vorgesehenen Verstärkers 70 verbunden. Der Ausgang des jeweiligen Verstärkers ist mit einem von acht Eingängen der Auswerteinrichtung 3 verbunden.

Der Signalgeber 4 weist zusätzlich drei Adreßeingänge A0 bis A2 auf, durch die jeweils eine der acht mit den Spalten (a) bis (h) der Schachbrettmatrix verbundenen Leitungen aktiviert werden kann. Wird beispielsweise der Signalgeber an eine Gleichspannung $+U_B$ angeschlossen, so kann in Abhängigkeit von der Adressierung diese Spannung $+U_B$ an eine der acht Ausgangsleitungen angelegt werden. Dies kann beispielsweise in der Weise erfolgen, daß der Signalgeber aus einer kombinatorischen Logik in Verbindung mit Feldeffekt- oder bipolaren Transistoren besteht, deren Steueranschlüsse mit den Ausgängen der kombinatorischen Logik verbunden sind, während die Laststrecken an die Spannungsquelle $+U_B$ einerseits und an die Verbindungsleitungen zu den Spalten (a) bis (h) der Schachbrettmatrix andererseits angeschlossen sind.

Wie der Darstellung gemäß Fig. 7 in Verbindung mit Fig. 6 zu entnehmen ist, ist der eine Eingang des Operationsverstärkers 70 mit den jeweils acht Teilfeldern einer Reihe (1) bis (8) verbunden, auf denen Schachfiguren unterschiedlicher Art positioniert sind oder nicht. In der Darstellung gemäß Fig. 7 ist eine einzelne Reihe der Schachbrettmatrix herausgezeichnet worden und die Belegung eines Feldes durch die Anordnung eines Widerstandes wiedergegeben worden. Der Darstellung gemäß Fig. 7 ist zu entnehmen, daß beispielsweise das in der Spalte (a) angeordnete Teilfeld der betreffenden Reihe mit einer Schachfigur belegt ist, der der Widerstandswert R_8 zugeordnet ist. Die Teilfelder der Spalten (b), (c), (e) und (f) sind unbelegt, während die verbleibenden Teilfelder (d), (g) und (h) mit unterschiedlichen Schachfiguren belegt sind.

Da der Signalgeber 4 die Gleichspannung $+U_B$ zyklisch an die einzelnen Spalten (a) bis (h) anlegt, kann jeweils nur an einer der Spalten, in der Darstellung gemäß Fig. 6 an der Spalte (h) die Spannung $+U_B$ anliegen, so daß das betreffende Feld der Spalte (h) am Eingang des Operationsverstärkers 70 anliegt. In diesem Fall kann nur ein Strom von den Teilfeldern der Spalte (h) zu den anderen Teilfeldern dieser Spalte fließen, vorausgesetzt, daß das betreffende Feld mit einer Schachfigur belegt ist. In der Darstellung gemäß Fig. 6, in der der Operationsverstärker 70 mit einem Widerstand 71 mit dem Widerstandswert R_8 beschaltet ist, beträgt somit die am Ausgang 72 des Operationsverstärkers 70 anliegende Spannung U_8 .

$$U_a = \frac{U_B \cdot R_a}{2/3 R_1}$$

Analog hierzu werden von den sieben weiteren Operationsverstärkern entsprechende Ausgangsspannungen abgegeben, vorausgesetzt, die den einzelnen Reihen 1 bis 8 der Schachbrettmatrix zugeordneten Teilfelder der Spalte (h) sind mit Schachfiguren belegt. Die Auswertereinrichtung 3 erhält somit acht verschiedene Meßwerte und kann in Abhängigkeit davon, ob eine Ausgangsspannung und wie groß diese Ausgangsspannung ist, bestimmen, ob und welche Schachfigur auf dem betreffenden Feld der Spalte (h) steht.

Beim nächsten Meßvorgang wird mittels des Signalgebers 4 die Spannung $+U_B$ an die Teilfelder der Spalte (a) gelegt usw., so daß zyklisch sämtliche Felder der Schachbrettmatrix abgefragt werden können.

Eine gegenüber der Anordnung gemäß Fig. 5 schaltungstechnisch vereinfachte Anordnung ist im Blockschaltbild gemäß Fig. 7 ebenfalls anhand eines Schachspieles dargestellt.

Das Schachbrett 1 weist in bekannter Weise jeweils acht Spalten und acht Reihen gleich großer Felder 10 auf, die entsprechend den oben stehenden Ausführungen in zwei gleich große Teilfelder unterteilt sind. Die Teilfelder jeweils einer Spalte sind untereinander verbunden und an jeweils einen von acht Ausgängen eines Signalgebers 4 in Form eines 8-Bit-Latch angeschlossen. Das 8-Bit-Latch weist neben den acht Ausgängen und dem Spannungsanschluß an die Spannung $+U_B$ drei Adressiereingänge A 0 bis A 2 auf.

Die verbleibenden Teilfelder jedes Feldes sind reihenweise untereinander und mit jeweils einem Eingang eines Multiplexers 5 verbunden. Der Multiplexer 5 weist ebenfalls drei Adressiereingänge A 3 bis A 5 auf und ist ausgangsseitig mit einem Eingang eines Operationsverstärkers 7 verbunden. Der Operationsverstärker-Ausgang ist an den Eingang eines Analog/Digital-Wandlers 8 angeschlossen, dessen Digitalausgang bzw. digitale Ausgänge mit dem Eingang eines Prozessors 31 verbunden ist bzw. sind. Der Prozessor 31 ist wechselseitig mit einem Speicher 32, beispielsweise einem RAM-Speicher verbunden. Die jeweils drei Adressiereingänge des 8-Bit-Latch 4 sowie des Multiplexers 5 sind an Adressierausgänge des Prozessors 31 angeschlossen. Eine Ausgangsleitung des Prozessors 31 führt wahlweise zu einer nicht näher dargestellten Anzeigeeinrichtung bzw. zu einer die Identifizierungs- und Stellungssignale weiterverarbeitenden Einrichtung.

Gesteuert von den Adressenausgängen des Prozessors 31 wird mittels des 8-Bit-Latch die Spannung $+U_B$ zyklisch von einer Spalte zur anderen umgeschaltet, so daß jeweils die Teilfelder einer Spalte des matrixförmigen Schachfeldes mit der Spannung $+U_B$ beaufschlagt sind. Von den Adressausgängen A 3 bis A 5 gesteuert schaltet der Multiplexer 5, der mit den acht Reihen der Schachbrettmatrix verbunden ist, von einer Reihe zur anderen um und leitet somit den Meßwert jedes Teilfeldes jeder Reihe an den Eingang des Verstärkers 7. Da in jeweils einer Reihe bis auf das Feld, dessen Spalte mit der Spannung $+U_B$ beaufschlagt ist, alle Spannungen Null sind, wird nur der Strom durch jeweils einen (komplexen) Widerstand einer Spalte gemessen, wobei der komplexe Widerstandswert von der jeweiligen, auf dem betreffenden Feld positionierten Schachfigur abhängt. Der erfaßte Meßwert wird mittels des Verstärkers 7 verstärkt und im Analog/Digital-Wandler 8 in ein digitales Signal umgesetzt, das entweder parallel oder seriell

an den Eingang bzw. an mehrere Eingänge des Prozessors 31 abgegeben wird.

Durch einen Vergleich mit im Speicher 32 gespeicherten digitalen Signalen für die einzelnen Schachfiguren wird durch einen geeigneten Programmablauf bestimmt, welcher Schachfigur das vom Analog/Digital-Wandler 8 abgegebene digitale Signal zuzuordnen ist. Infolge der Ansteuerung des 8-Bit-Latch 4 und des Multiplexers 5 über die Adressierleitungen A 0 bis A 5 kann der Prozessor 31 darüber hinaus bestimmen, welches Feld aus den 64 Feldern der Schachbrettmatrix gerade abgefragt wird und ob sowie mit welcher Figur entsprechend dem erfaßten digitalen Signal dieses betreffende Feld belegt ist. Dementsprechend werden Signale X_1 , X_2 für die Stellung und Identität der betreffenden Schachfigur abgegeben.

Wie der Darstellung gemäß Fig. 7 zu entnehmen ist, sind die mit den Ausgängen des 8-Bit-Latch 4 verbundenen Teilfelder als Leiterstreifen ausgebildet, während die mit den Eingängen des Multiplexers 5 verbundenen anderen Teilfelder als isolierte Rechtecke ausgebildet sind, die jedoch reihenweise untereinander sowie mit dem betreffenden Eingang des Multiplexers 5 verbunden sind. Zur Potentialtrennung sind Isolierstreifen 19 zwischen den einzelnen Feldern vorgesehen.

Die Leiterplattenkonfiguration des Schachbrettes gemäß Fig. 7 kann beispielsweise in der Weise hergestellt werden, daß eine leitfähige Folie, die die durchgehenden Spaltenhälften der Felder sowie die einzelnen isolierten Felder als leitfähige Folienelemente aufweist, auf eine Holzplatte aufgeklebt wird, so daß auf diese Weise die Isolierabschnitte 19 gebildet werden.

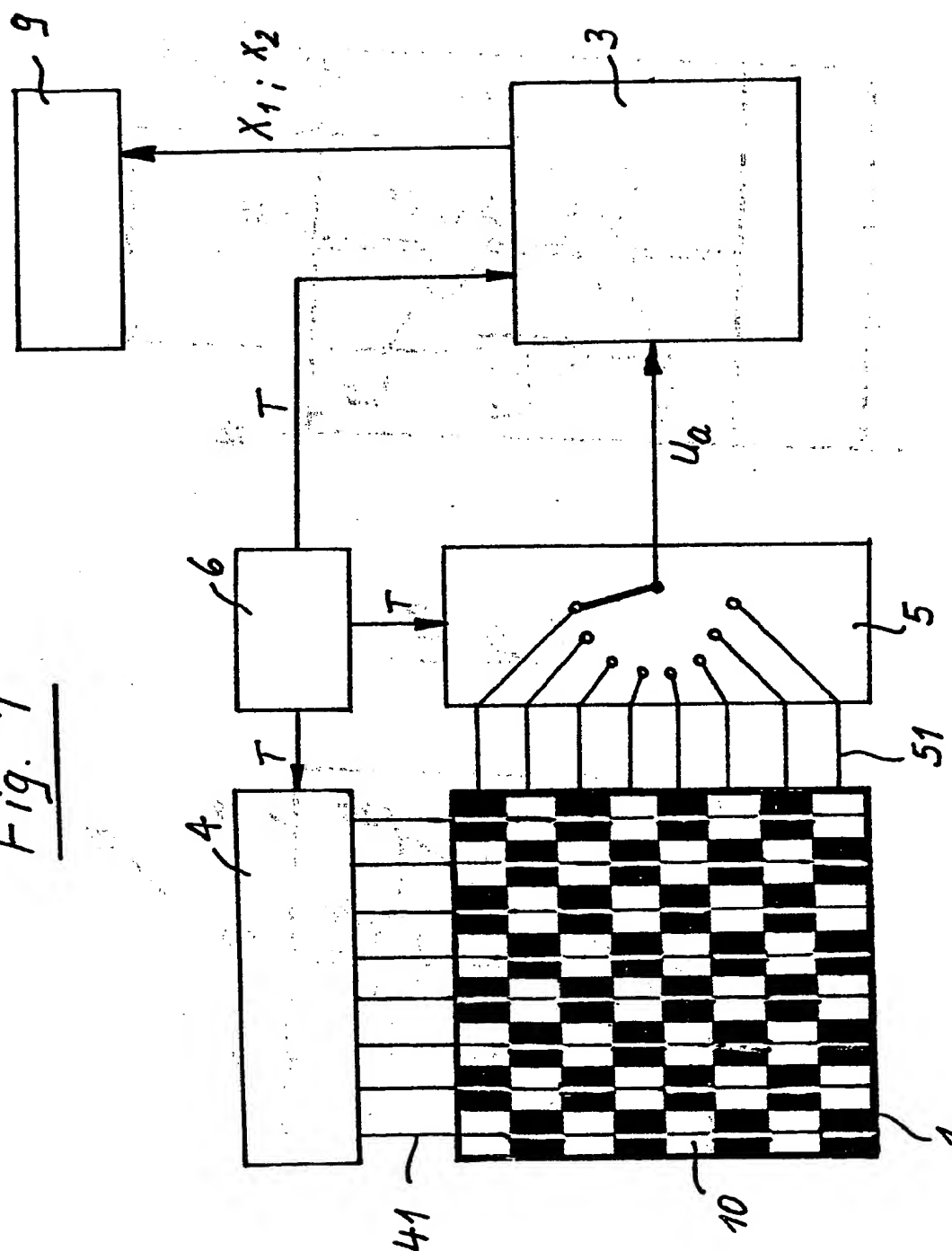
Als Beispiel für einen 8-Bit-Latch kann der 8-Bit-Latch HEF 40373B angeführt werden, während als Multiplexer der 8-Kanal-Analog-Multiplexer/Demultiplexer HEF 4051B verwendet werden kann.

Anstelle eines Analog/Digital-Wandlers kann beispielsweise auch ein Spannungs/Frequenz-Wandler eingesetzt werden, der auf eine bestimmte Eingangsspannung eine bestimmte Frequenz abgibt, die beispielsweise über Filterglieder zur Bestimmung des betreffenden Gegenstandes auf dem gemessenen Feld dienen. Es ist aber auch jede andere Konfiguration möglich, bei der ein bestimmter Meßwert einem bestimmten Gegenstand zugeordnet wird.

Die vorstehende Beschreibung wurde insbesondere auf die Feststellung der Identität und Stellung von Schachfiguren auf einem Schachbrett ausgerichtet, jedoch läßt sich die erfindungsgemäße Lösung auch bei anderen Anwendungsbereichen vorteilhaft einsetzen. Dies gilt nicht nur für die Figurenerkennung bei Spielen, sondern auch für Planungsaufgaben, Demonstrationsversuchen o.dgl.

Obwohl die Ohm'sche Widerstandsmessung als besonderes Ausführungsbeispiel dargestellt wurde, läßt sich in völlig analoger Weise auch die Messung komplexer Widerstände bei Anlegen einer Wechselspannung durchführen, ohne daß der aufgezeigte Lösungsweg verlassen wird.

Fig. 1



3602467

Fig. 2

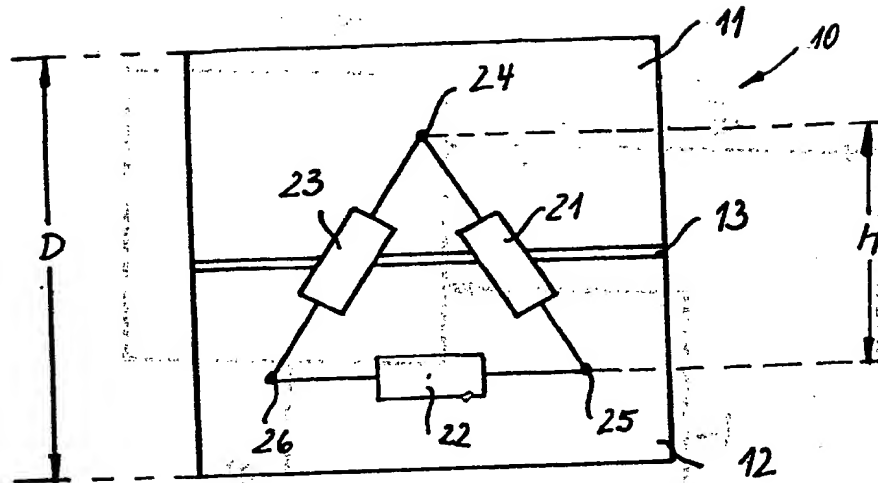
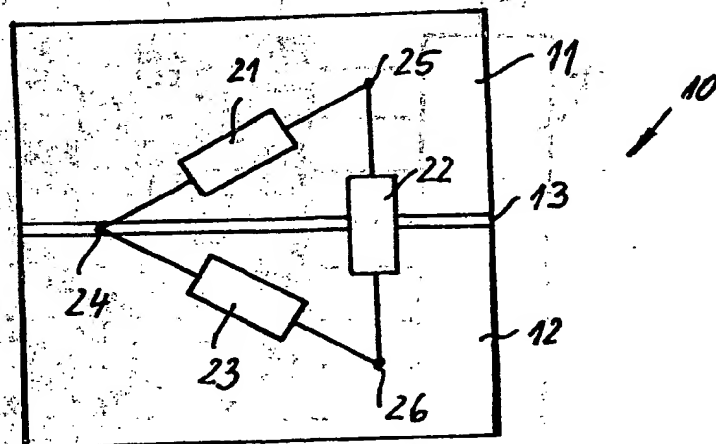


Fig. 3



3602467

Fig. 4

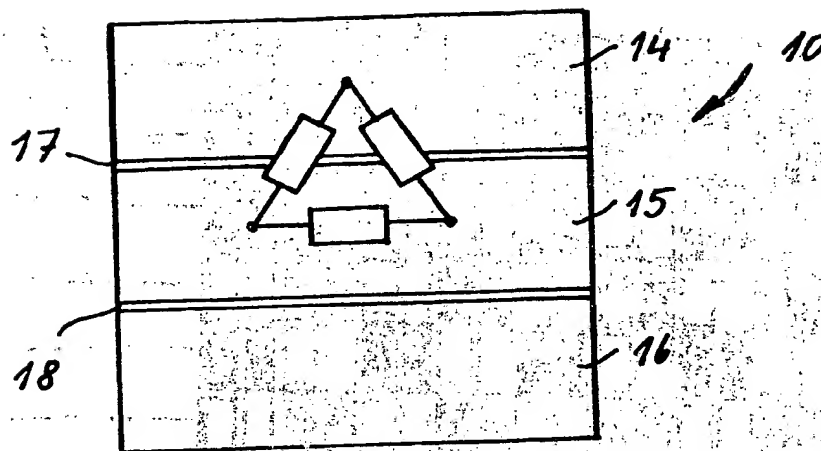
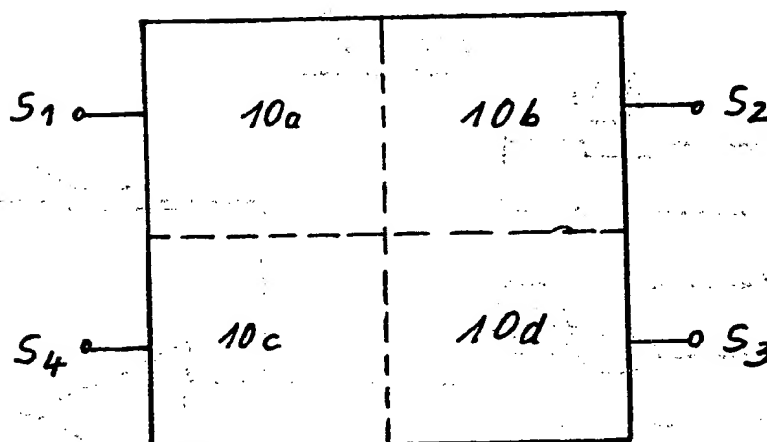
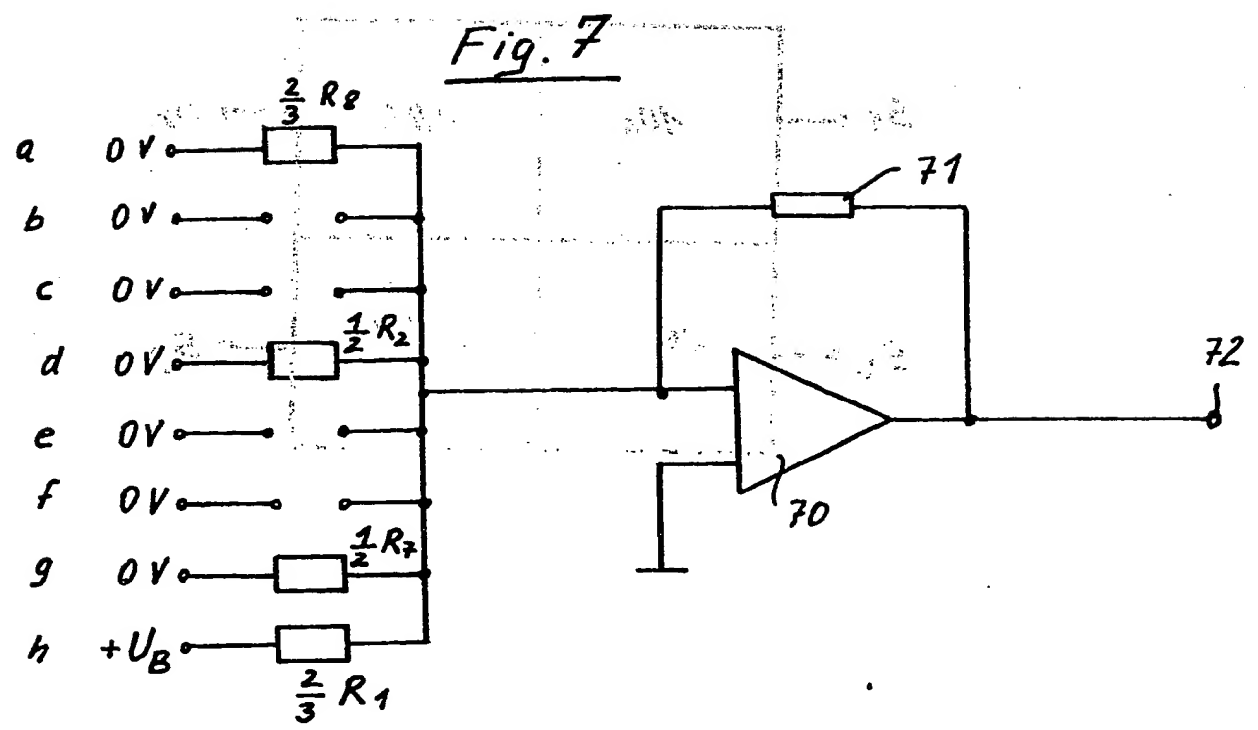
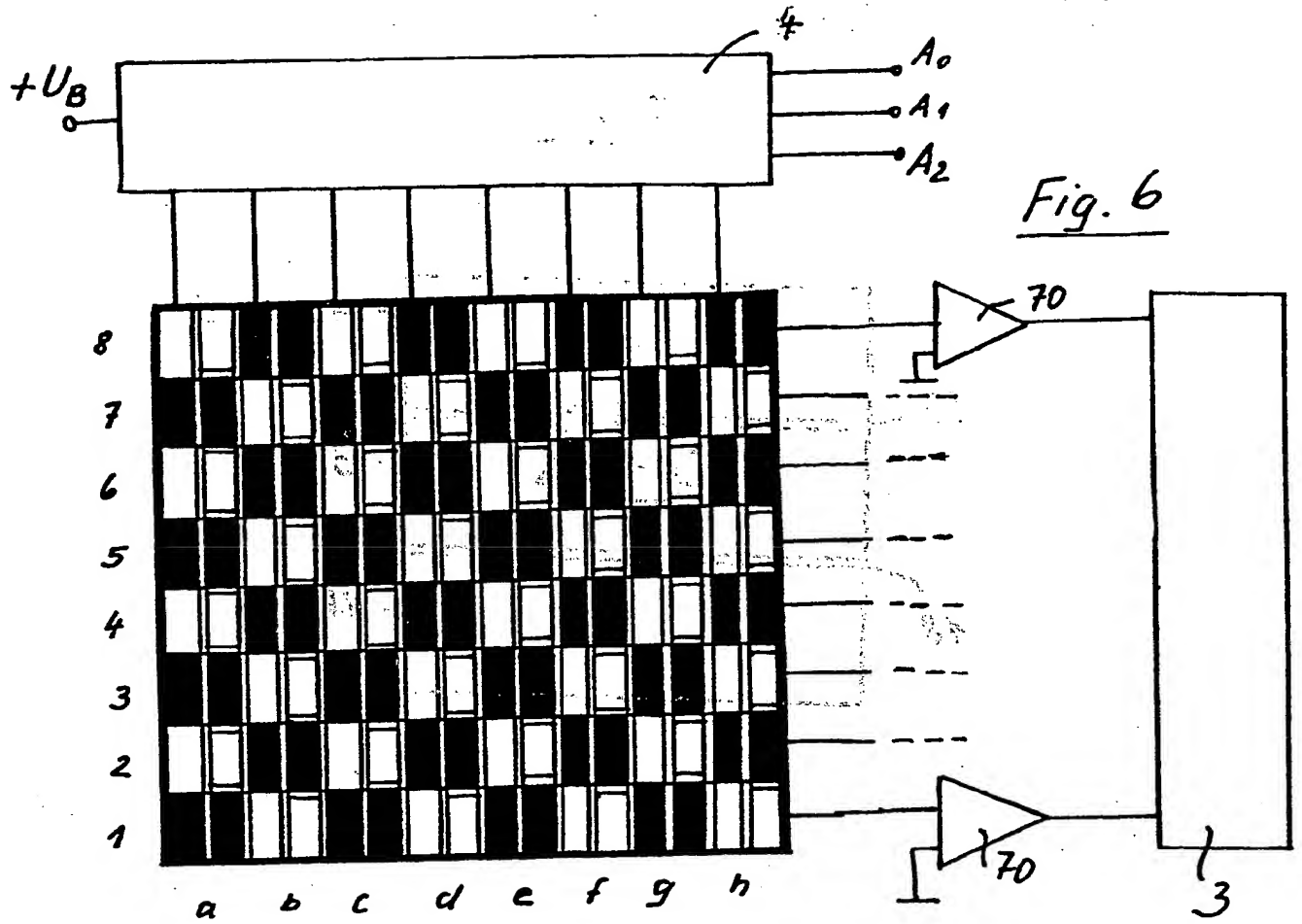


Fig. 5





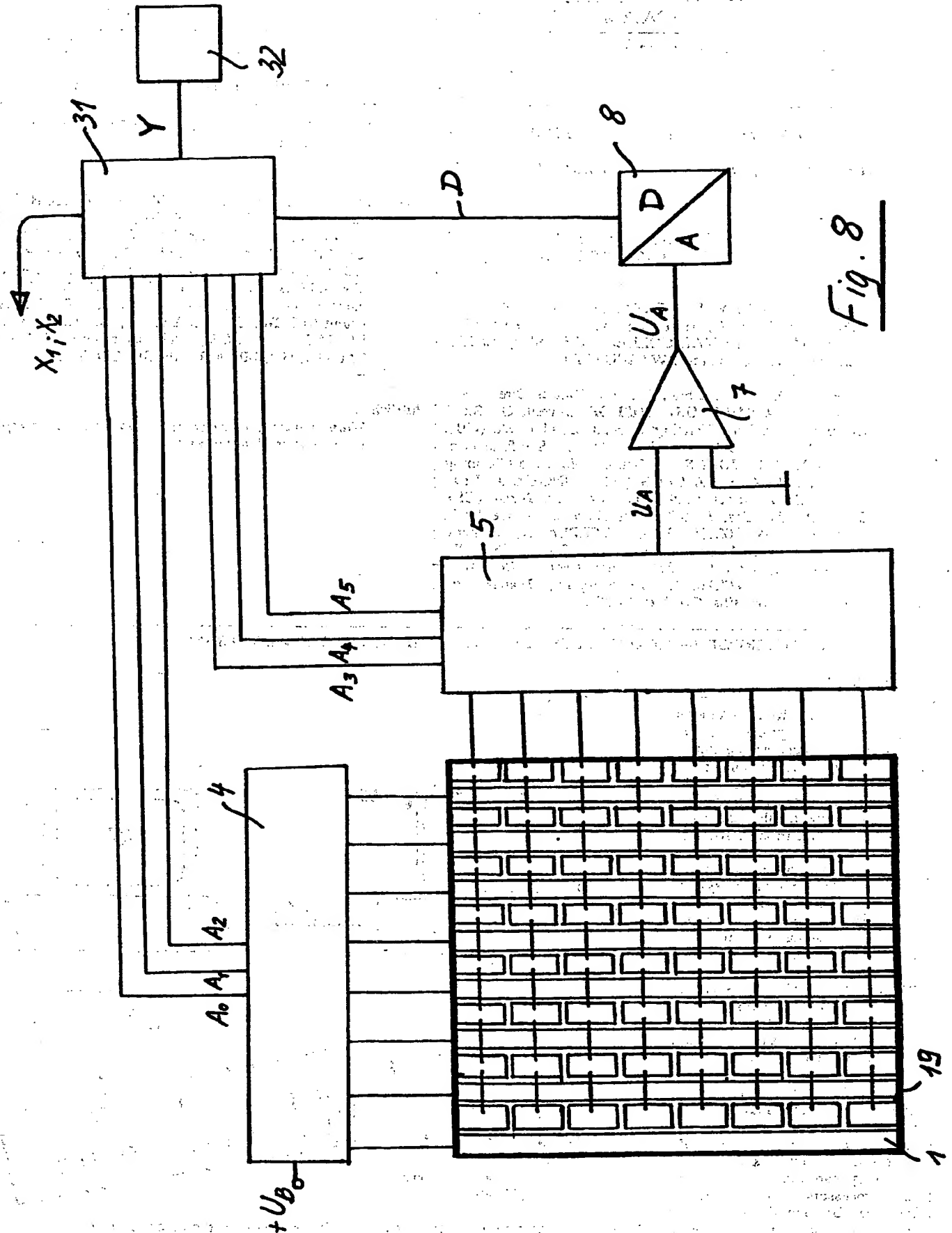


Fig. 8